

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-166042  
(P2001-166042A)

(43) 公開日 平成13年6月22日 (2001.6.22)

(51) Int.Cl.  
G 0 1 S 13/34  
B 6 0 R 21/00  
G 0 1 S 13/93  
G 0 8 G 1/16

識別記号

F I  
G 0 1 S 13/34  
G 0 8 G 1/16  
B 6 0 R 21/00  
G 0 1 S 13/93

テマコト\* (参考)  
5 H 1 8 0  
C 5 J 0 7 0  
6 2 4 B  
Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 OL (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-350073  
(22) 出願日 平成11年12月9日 (1999.12.9)

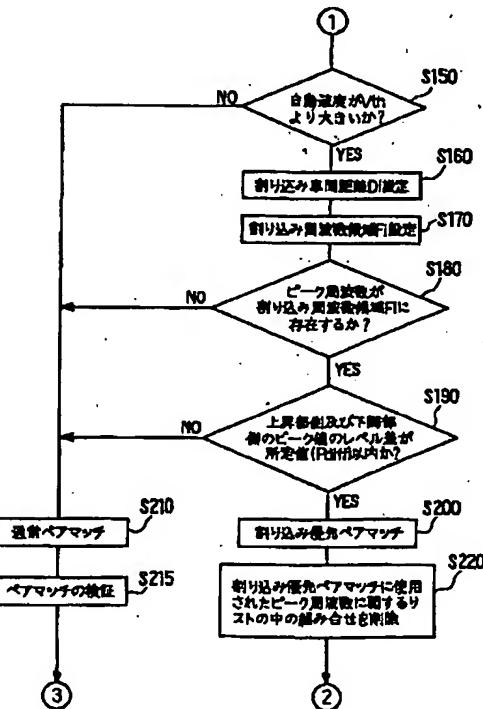
(71) 出願人 000004260  
株式会社デンソー  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
(72) 発明者 玉津 幸政  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内  
(74) 代理人 100096998  
弁理士 碓水 裕彦  
Fターム (参考) 5H180 AA01 CC12 CC14 LL01 LL04  
5J070 AB19 AC02 AC06 AE01 AF03  
AH25 AH31 AH35 AH39 AK22  
BA01 BF02 BF03

(54) 【発明の名称】 FMCWレーダ装置

(57) 【要約】

【課題】 FMCWレーダ装置において割り込み車両等の危険車両等に対して対象物の認識を早期に行うこととする。

【解決手段】 ステップ180では、ステップ120で特定されるピーク周波数が割り込み周波数領域Fiに存在するか否かを判断する。そして、上昇部側及び下降部側のピーク周波数のピーク値のレベル差が所定値(Pd\_if)以内であれば、ステップ200に移行し、割り込み優先ペアマッチを行う。ここで、割り込み優先ペアマッチとは、上昇部側及び下降部側の割り込み周波数領域Fiにピーク周波数存在する場合には、それらを他のピーク周波数に優先して組み合わせピーク周波数として特定し、距離、相対速度を演算することをいう。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 上昇部及び下降部からなる波形の変調信号により周波数変調された送信信号を発生する送信信号発生手段と、前記送信信号を電波として送信し、対象物により反射される前記電波を受信して受信信号を発生する送受信手段と、

前記送信信号と前記受信信号とを混合してビート信号を発生する混合手段と、

前記上昇部側及び下降部側の各ピーク周波数を前記ビート信号からそれぞれ選択するピーク周波数選択手段と、前記ピーク周波数選択手段によって選択された上昇部側及び下降部側の各ピーク周波数を、組み合わせピーク周波数として特定する特定手段とを備えたFMCWレーダ装置であって、

前記特定手段は、前記ピーク周波数選択手段にて選択された前記上昇部側及び下降部側のピーク周波数が、予め定められた低周波領域に存在する場合は、そのピーク周波数を組み合わせピーク周波数として特定することを特徴とするFMCWレーダ装置。

【請求項2】 前記特定手段は、前記予め定められた低周波領域とは異なる他の周波数領域に存在するピーク周波数については、前記上昇部側及び下降部側の各ピーク周波数をそれぞれ一つずつ組み合わせて組み合わせピーク周波数とし、これら組み合わせピーク周波数に基づき一定時間後の組み合わせピーク周波数をそれぞれ予測し、前記予測組み合わせピーク周波数が、前記一定時間後に前記ピーク周波数選択手段により選択される前記上昇部側及び下降部側の各ピーク周波数を含む近傍周波数の中に存在するとき、前記存在する予測組み合わせピーク周波数を正しい組み合わせとして特定することを特徴とするFMCWレーダ装置。

【請求項3】 前記ピーク周波数選択手段において、前記特定手段により前記予め定められた低周波領域に存在するピーク周波数の組み合わせを特定した場合には、前記予め定められた低周波領域に存在するピーク周波数を除外してピーク周波数を選択することを特徴とする請求項1又は2に記載のFMCWレーダ装置。

【請求項4】 前記予め定められた低周波領域は、一つのピーク周波数しか存在しないように設定されることを特徴とする請求項1乃至3に記載のFMCWレーダ装置。

【請求項5】 前記予め定められた低周波領域は、自車両の速度に応じて設定されることを特徴とする請求項1乃至4に記載のFMCWレーダ装置。

【請求項6】 前記予め定められた低周波領域は、自車両の速度が所定速度より大きい場合に設定されることを特徴とする請求項1乃至5に記載のFMCWレーダ装置。

【請求項7】 前記特定手段は、前記上昇部側において

検出されるピーク周波数のピーク値と前記下降部側において検出されるピーク周波数のピーク値との差が所定値以内である場合に、組み合わせピーク周波数として特定することを特徴とする請求項1乃至6に記載のFMCWレーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動体の衝突防止や一定距離追従走行等に使用され、レーダ波の送受信により移動体の外部に存在する対象物との相対速度や距離を検出するFMCWレーダ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、FMCWレーダ装置は、三角波状の変調信号により周波数変調され、周波数が漸次増減する送信信号をレーダ波として送信し、対象物により反射されたレーダ波を受信すると共に、受信信号を送信信号とミキシングすることによりビート信号を発生させ、このビート信号の周波数（ピーク周波数）を、信号処理器等を用いて送信信号の周波数が増加する上昇部及び周波数が減少する下降部の各区間毎に特定し、この特定された上昇部のピーク周波数  $f_{b1}$  及び下降部のピーク周波数  $f_{b2}$  に基づいて、対象物との距離Dや相対速度Vを次に示すような数式1、数式2に基づいて算出するよう構成されている。

【0003】

【数1】

$$D = \{C / (8 \Delta F \cdot f_m)\} \cdot (f_{b1} + f_{b2})$$

【0004】

【数2】  $V = \{C / (4 f_0)\} \cdot (f_{b1} - f_{b2})$   
なお、 $\Delta F$ は送信信号の周波数変位幅、 $f_0$ は送信信号の中心周波数、 $1/f_m$ は1周期の変調に要する時間、Cは光速を表す。

【0005】 図4(a)に示すように、レーダ装置を取り付けた移動体と、レーダ波を反射する対象物との移動速度が等しい（相対速度V=0）場合、対象物に反射したレーダ波は、対象物との間の往復に要する時間だけ遅延するため、受信信号Rのグラフは、送信信号Tのグラフを時間軸に沿ってシフトしたものとなり、上昇部のピーク周波数  $f_{b1}$  と下降部のピーク周波数  $f_{b2}$  とは等しく ( $f_{b1} = f_{b2}$ ) なる。

【0006】一方、図4(b)に示すように、対象物との移動速度が異なる（相対速度V≠0）場合、対象物に反射したレーダ波は、更に対象物との相対速度Vに応じたドップラシフトを受けるため、受信信号Rのグラフは、送信信号Tのグラフを相対速度Vによるドップラシフトの分だけ、周波数軸に沿ってシフトしたものとなり、上昇部のピーク周波数  $f_{b1}$  と下降部のピーク周波数  $f_{b2}$  とは異なる ( $f_{b1} \neq f_{b2}$ ) となる。

【0007】よって、この上昇部のピーク周波数  $f_{b1}$  と下降部のピーク周波数  $f_{b2}$  に基づいて、対象物との

距離Dや相対速度Vを算出することが出来る。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、実際の使用環境において複数の対象物が検知されるため、上昇部側及び下降部側のそれぞれにおいて検知された対象物の数に応じた複数のピーク周波数が求められる。

【0009】また、対象物との移動速度が異なる（相対速度 $V \neq 0$ ）場合には、ドップラーシフトによって上昇部のピーク周波数 $f_{b1}$ と下降部のピーク周波数 $f_{b2}$ とで異なる値となる。

【0010】上記のように、上昇部側及び下降部側のそれぞれにおいて複数のピーク周波数が求められた場合、上昇部側と下降部側とのピーク周波数の組み合わせを特定するに際し、単純に周波数順に組み合わせを求めていたのでは、正確な対象物との距離Dや相対速度Vの情報を得ることができないという問題があった。

【0011】これを解決する手段としては、特開平8-262130号公報等に開示された技術が知られている。これは、上昇部側及び下降部側の各ピーク周波数をそれぞれ一つずつ組み合わせて組み合わせピーク周波数とし、これら各組み合わせピーク周波数に基づき一定時間後の組み合わせピーク周波数をそれぞれ予測する。そして、予測組み合わせピーク周波数が、一定時間後に選択される上昇部側及び下降部側の各ピーク周波数の近傍に存在するとき、この存在する予測組み合わせピーク周波数を真の組み合わせピーク周波数として設定し、これに基づき対象物の情報を正しく特定するというものである。

【0012】しかし、上記公報等に開示された技術のような組み合わせの真偽を判断する方法では、対象物情報を出力するまでには時間を要してしまい、急な割り込み車両がある場合等のように、早期に認識が必要となる場合には適さないという問題点がある。

【0013】そこで、本発明はかかる問題を解決するために成されたものであり、急な割り込み車両等にも適したFMCWレーダ装置を提供することを目的とする。

【0014】

【発明を解決するための手段】上記目的を達成するために成された請求項1に記載の発明によれば、特定手段にて、ピーク周波数選択手段にて選択された上昇部側及び下降部側のピーク周波数が、予め定められた低周波領域に存在する場合は、そのピーク周波数を組み合わせピーク周波数として特定する。

【0015】その結果、低周波領域に存在するピーク周波数に関して優先的に組み合わせの特定を行わせるため、従来に比べて早期対象物の認識が可能となる。

【0016】また、請求項2に記載の発明によれば、特定手段にて、予め定められた低周波領域とは異なる他の周波数領域に存在するピーク周波数について、上昇部側及び下降部側の各ピーク周波数をそれぞれ一つずつ組み

合わせて組み合わせピーク周波数とし、これら組み合わせピーク周波数に基づき一定時間後の組み合わせピーク周波数をそれぞれ予測し、該予測組み合わせピーク周波数が、一定時間後にピーク周波数選択手段により選択される上昇部側及び下降部側の各ピーク周波数を含む近傍周波数の中に存在するとき、存在する予測組み合わせピーク周波数を正しい組み合わせとして特定する。

【0017】この結果、かかる組み合わせの検証を行うようなFMCWレーダ装置においても、予め定められた低周波領域に存在するピーク周波数に関して優先的に組み合わせの特定を行わせるため、早期対象物の認識が可能となる。

【0018】また、請求項3に記載の発明によれば、ピーク周波数選択手段にて、特定手段により組み合わせピーク周波数が特定された場合に、予め定められた低周波領域に存在するピーク周波数を除外してピーク周波数を選択する。

【0019】その結果、組み合わせを行うためのピーク周波数を減らすことができるため、従来に比べて、すべてのピーク周波数に関して、組み合わせを特定するまでに要する時間を減らすことができる。

【0020】そして、請求項4に記載の発明によれば、予め定められた低周波領域をピーク周波数が一つしか存在しない周波数領域として設定する。

【0021】その結果、組み合わせが一意的に決定され、組み合わせの合否を心配せずに対象物を出力することができる。

【0022】さらに、請求項5に記載の発明によれば、予め定められた低周波領域を自車両の速度に応じて設定する。

【0023】その結果、低速時には予め定められた低周波領域を狭く設定することにより誤作動を防止することができ、高速時には予め定められた低周波領域を広く設定することにより対象物の検知エリアを広げ、対象物を早期に認識することができる。

【0024】また、請求項6に記載の発明によれば、予め定められた低周波領域を自車両の速度が所定以上の場合に設定する。

【0025】その結果、予め定められた低周波領域に割り込み車両等以外の車両に関するピークが現れるのを防止することができるため、組み合わせが一意的に決定され、組み合わせの合否を心配せずに対象物情報を出力することができる。

【0026】さらに、請求項7に記載の発明によれば、特定手段にて、上昇部側において検出されるピーク周波数のピーク値と下降部側において検出されるピーク周波数のピーク値との差が所定値以内である場合に組み合わせピーク周波数として特定する。

【0027】その結果、ピーク周波数のピーク値の差が大きい場合は対象物としては異なるものであるため、組

み合わせピーク周波数として特定しないことにより対象物の誤認識を防止することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を、図面を参照して説明する。

【0029】図1は、本実施例におけるFMCWレーダ装置の全体構成を表すブロック図である。

【0030】図1に示すように、本実施例のレーダ装置2は、変調信号Smに応じて所定の周波数に変調されたレーダ波を送信する送信器12、送信器12から放射され、障害物に反射されたレーダ波を受信する受信器14からなる送受信部10と、送信器12に変調信号Smを供給すると共に、受信器14から出力されるビート信号B1に基づき、障害物を検出するための処理を実行する信号処理部20により構成されている。

【0031】なお、送信器12、送受信部10はそれぞれ本発明における送信信号発生手段、送受信手段に相当する。

【0032】そして、本実施例では、当該レーダ装置2により自動車前方の障害物を検出するために、送受信部10が自動車の前面に取り付けられ、信号処理部20が、車室内又は車室近傍の所定位置に取り付けられている。

【0033】ここで、まず送信器12は、送信信号として、ミリ波帯の高周波信号を生成する電圧制御発振器(VCO)12bと、変調信号Smを電圧制御発振器12bの調整レベルに変換して電圧制御発振器12bに供給する変調器(MOD)12aと、電圧制御発振器12bからの送信信号を電力分配して受信器14に供給されるローカル信号を生成する電力分配器(COUP)12dと、送信信号に応じてレーダ波を放射する送信アンテナ12eにより構成されている。

【0034】また、受信器14は、レーダ波を受信する受信アンテナ14aと、受信アンテナ14aからの受信信号に電力分配器12dからのローカル信号を混合するミキサ14bと、ミキサ14bの出力を増幅する前置増幅器14cと、前置増幅器14cの出力から不要な高周波成分を除去し、送信信号及び受信信号の周波数の差成分であるビート信号B1を抽出するローパスフィルタ14dと、ビート信号B1を必要な信号レベルに増幅する後置増幅器14eと、により構成されている。

【0035】一方、信号処理部20は、起動信号C1により起動され、三角波状の変調信号Smを発生する三角波発生器22と、起動信号C2により起動され、受信器14からのビート信号B1をデジタルデータD1に変換するA/D変換器24aと、CPU26a、ROM26b、RAM26cを中心に構成され、起動信号C1、C2を送出して三角波発生器22及びA/D変換器24aを動作させると共に、A/D変換器24aを介して得られるデジタルデータD1に基づき障害物との距離、相対

速度の検出を行う障害物検出処理(後述する)を実行する周知のマイクロコンピュータ26と、マイクロコンピュータ26の指令に基づき高速フーリエ変換(FFT)の演算を実行する演算処理装置28と、により構成されている。

【0036】なお、A/D変換器24aは、起動信号C2により動作を開始すると、所定時間間隔毎にビート信号B1をA/D変換して、RAM26cの所定領域に書き込むと共に、所定回数のA/D変換を終了すると、RAM26c上に設定された終了フラグ(図示せず)をセットして、動作を停止するように構成されている。

【0037】そして、起動信号C1により、三角波発生器22が起動され、変調器12aを介して電圧制御発振器12bに変調信号Smが入力されると、電圧制御発振器12bは、変調信号Smの三角波状の波形の上り勾配に応じて所定の割合で周波数が増大(以後、この区間を上昇部と呼ぶ)し、それに引き続く下り勾配に応じて周波数が減少(以後、この区間を下降部と呼ぶ)するよう変調された送信信号を出力する。

【0038】また、本実施例は送信アンテナ12eと受信アンテナ14aとを左右に動かして方位を特定するスキーニングレーダ装置に関するものである。

【0039】なお、方位の特定の方法としてはこれに限定されるものではなく、受信アンテナ14aをいくつか設置し、位相差によって方位を特定する位相差モノパレスレーダ装置等によても可能である。

【0040】図2は、送信信号の変調状態を表す説明図である。

【0041】図2に示すように、変調信号Smにより、送信信号の周波数は、 $1/f_m$ の期間に $\Delta f$ だけ増減するように変調され、その変化の中心周波数は $f_0$ である。なお、 $100\text{ms}$ 間隔で周波数が変調されているのは、後述する障害物検出処理が $100\text{ms}$ 周期で実行され、その処理の中で起動信号C1が生成されるからである。

【0042】この送信信号に応じたレーダ波が送信器12から送出され、障害物に反射したレーダ波が、受信器14にて受信される。そして、受信器14では、受信アンテナ14aから出力される受信信号と、送信器12からの送信信号とが混合されることにより、ビート信号B1が生成される。なお、受信信号は、レーダ波が障害物まで間を往復する時間だけ送信信号に対して遅延し、且つ、障害物との間に相対速度がある場合には、これに応じてドップラシフトを受ける。このため、ビート信号B1は、この遅延成分 $f_r$ とドップラ成分 $f_d$ とを含んだもの(図4参照)となる。

【0043】そして、図3に示すように、A/D変換器24aによりビート信号B1をA/D変換してなるデジタルデータD1は、RAM26c上のデータブロックD1、DB2に順次格納される。ところで、A/D変換

器24aは、三角波発生器22の起動と共に起動され、変調信号Smが出力されている間に、所定回数のA/D変換を行うようにされているため、データブロックDB1には、送信信号の上昇部に対応した上昇部データが格納され、データブロックDB2には、送信信号の下降部に対応した下降部データが格納されることになる。

【0044】このようにして各データブロックDB1、DB2に格納されたデータは、マイクロコンピュータ26及び演算処理装置28にて処理され、障害物の検出のために使用される。

【0045】次に、マイクロコンピュータ26のCPU26aにて実行される障害物検出処理を、図5に示すフローチャートを参照して説明する。なお、この障害物検出処理は、前述したように100ms周期で起動される。

【0046】まず、ステップ100において、三角波発生器22からの変調信号Smを受けた送信器12により、周波数変調されたレーダ波が送信されると共に、障害物により反射したレーダ波を受信することにより受信器14から出力されるビート信号B1が、A/D変換器24aを介してデジタルデータD1に変換されRAM26cに書き込まれる。

【0047】続くステップ110では、RAM26c上のデータブロックDB1、DB2のいずれか一つを順次選択し、そのデータブロックDB1、DB2のデータを演算処理装置28に入力してFFTの演算を実行させる。なお、演算処理装置28に入力されるデータは、FFTの演算により表れるサイドロープを抑制するために、ハニング窓や三角窓等を用いた周知のウィンドウ処理が施される。そして、この演算結果として、各周波数毎の複素ベクトルが得られる。

【0048】次にステップ120では、複素ベクトルの絶対値、即ちその複素ベクトルが示す周波数成分の振幅に基づき、周波数スペクトル上でピークとなる全ての周波数成分を検出して、その周波数をピーク周波数として特定し、ステップ130に移行する。なお、ピークの検出方法としては、例えば、周波数に対する振幅の変化量を順次求め、その前後にて変化量の符号が反転する周波数にピークがあるものとして、その周波数をピーク周波数として特定すればよい。

【0049】そして、ステップ130では、上昇部側と下降部側の各ピーク周波数に対する組み合わせのリストを作成する。例えば、図7に示すように、上昇部側に3つのピーク周波数、下降部側に3つのピーク周波数が存在すると仮定する。このとき、上昇部側の3つのピーク周波数に対して周波数の低い順に1, 2, 3の番号をつけ、下降部側の3つのピーク周波数に対して周波数の低い順にA, B, Cの符号を付け、図8に示すようなリストを作成する。この場合、組み合わせの数は全部で9通りである。そして、ステップ130においてリストを作

成した後はステップ140に移行する。

【0050】ステップ140では、ステップ130で作成されたリストの中のすべての組み合わせに対して距離、相対速度を求めたか否かを判断する。

【0051】なお、一サイクル(100ms)中で各組み合わせに対して距離、相対速度を求める際には、1-A、1-B、1-C…のように周波数の低い組み合わせから順次下記フローチャートを実行させる。

【0052】そして、未だリスト中のすべての組み合わせに関して距離、相対速度が求められていないと判断されたときは、ステップ150に移行する。

【0053】続くステップ150では、自車速度が割り込み優先ペアマッチ(詳細は後述する)を開始させる速度Vthより大きいか否かを判断する。ここで、割り込み優先ペアマッチを開始させる速度Vthより大きいか否かの判断が必要なのは、低速度の時では、高速度の時に比べて低周波数領域に多くの対象物を認識する結果、割り込み周波数領域(詳細は後述する)に複数のピークが現れることがあるが、それを防止するためである。また、低速度のもとでは、対象物の割り込み等があった場合には割り込み優先ペアマッチを行わせなくとも、従来の組み合わせピーク周波数の特定の仕方で車両の認識が可能だからである。

【0054】そして、自車速度が割り込み優先ペアマッチを開始させる速度Vthより大きければステップ160に移行し、割り込み車間距離Diを設定する。割り込み車間距離Diとは、割り込み周波数領域に一台の車両に関するピークしか存在しないような距離をいう。そして、割り込み車間距離Diの設定は、図9に示すように前方車との距離及び自車速度を変数としたマップ関数をマイクロコンピュータに記憶されることにより設定する。

【0055】なお、割り込み車間距離Diは自車速度も変数とした関数であるが、これは、低速時には割り込み車間距離Diを狭く設定し、多くの対象物を認識することによる誤作動を避け、高速時には割り込み車間距離Diを広く設定し、車両の検知エリアを広げて対象物の早期認識を可能とするためである。但し、割り込み車間距離Diは高速時においても、最大車両一台分しか存在できない距離として設定される。

【0056】次に、ステップ170では、割り込み車間距離Diに対応した図7に示すような割り込み周波数領域Fi(本発明における予め定められた低周波数領域に相当する)を上昇部側及び下降部側に設定し、ステップ180に移行する。該割り込み周波数領域Fiとは、通常の走行状態ではピークが存在しないが、急に前方に車両が割り込んできた等の危険時にピークが存在する低周波数側の領域をいう。

【0057】かかる割り込み周波数領域Fiの設定に関しては、ステップ160にて求められた割り込み車間距

離 $D_i$ から計算される。具体的には、前述の数1式において相対速度が0の場合は $f_{b1} = f_{b2}$ となるため、割り込み周波数領域 $F_i$ は数式3のように変形できる。

【0058】

$$[数3] F_i = (8 \Delta F \cdot f_m \cdot D_i) / 2C$$

このように、割り込み車間距離 $D_i$ から割り込み周波数領域 $F_i$ を求める。

【0059】そして、続くステップ180では、ステップ120で特定されるピーク周波数が割り込み周波数領域 $F_i$ に存在するか否かを判断する。

【0060】ここで、ステップ130にて作成されたりストの中で、前述の上昇部側のピーク周波数1と下降部側のピーク周波数Aとの組み合わせ1-Aを考えると、これらピーク周波数は共に割り込み周波数領域 $F_i$ に存在するため、ステップ180では、「YES」と判断されてステップ190に移行する。

【0061】続くステップ190では、上昇部側及び下降部側のピーク周波数のピーク値のレベル差が所定値( $P_{diff}$ )以内であるか否かを判断する。これは、上昇部側及び下降部側のピーク周波数のピーク値のレベル差が大きく異なる場合には対象物としては異なるものであるため、組み合わせピーク周波数として特定しないようにするためである。

【0062】そして、上昇部側及び下降部側のピーク周波数のピーク値のレベル差が所定値( $P_{diff}$ )以内であれば、ステップ200に移行し、割り込み優先ペアマッチを行う。ここで、割り込み優先ペアマッチとは、上昇部側及び下降部側の割り込み周波数領域 $F_i$ にピーク周波数存在する場合には、それらを他のピーク周波数に優先して組み合わせピーク周波数として特定し、距離、相対速度を演算することをいう。

【0063】なお、割り込み優先ペアマッチは、本発明におけるピーク周波数選択手段にて選択された前記上昇部側及び下降部側のピーク周波数が、予め定められた低周波領域に存在する場合は、そのピーク周波数を組み合わせピーク周波数として特定する特定手段に該当する。

【0064】そして、前記割り込み優先ペアマッチを行った後は、ステップ220に移行する。ステップ220では、割り込み優先ペアマッチに使用されたピーク周波数に関するリストの中の組み合わせを削除する。

【0065】即ち、前述の1-Aの組み合わせに関してステップ200で割り込み優先ペアマッチを行った後は、上昇部側のピーク周波数1に関するリスト(1-A、1-B、1-C)及び下降部側のピーク周波数Aに関するリスト(2-A、3-A)の計5つの組み合わせが削除されることになる。

【0066】そして、ステップ220において、割り込み優先ペアマッチに使用したピーク周波数に関するリスト中の組み合わせを削除した場合には、ステップ140に移行する。

【0067】ステップ140では、前述の通りリスト中のすべての組み合わせに対して距離、相対速度が求められたが判断される。

【0068】ここでは、前述の1-Aの組み合わせを特定し、1-A、1-B、1-C、2-A、3-Aの組み合わせがリストから削除されたため、次の組み合わせ2-Bに関して、ステップ150からステップ210までの処理が行われる。

【0069】そして、組み合わせ2-Bに関してはステップ180において「NO」と判断されたためステップ210に移行する。

【0070】さらに、続くステップ210では通常ペアマッチが行われる。通常ペアマッチとは、特開平8-262130号公報に示すような仮の組み合わせピーク周波数を設定して、距離、相対速度を求めるということをいう。

【0071】具体的には、以下に示す通りである。

【0072】各対象物が等速度運動している範囲では、所定時間 $\Delta T$ 後の各対象物の相対速度 $V_t$ 及び距離 $D_t$ も、次の数式4及び数式5の両式により同時に算出することができる。

【0073】

$$[数4] D_t = D + V \cdot \Delta T$$

【0074】

$$[数5] V_t = V$$

但し、D及びVは、数式1及び数式2の各左辺を表す。ここで、ビート信号を周波数解析した後、上昇部側及び下降部側の各ピーク周波数からそれぞれ一つずつ任意に選択し、各対象物に対応すると仮定してピーク周波数の組み合わせを作る。

【0075】そして、これらの各組み合わせピーク周波数を数式1及び数式2の両式に代入すれば、各対象物の相対速度V及び距離Dが算出される。さらに、これら算出結果を利用して、数式4及び数式5の両式により所定時間 $\Delta T$ 後の各対象物の相対速度 $V_t$ 及び距離 $D_t$ が算出できる。このようにして得られた相対速度 $V_t$ 及び距離 $D_t$ を数式1及び数式2の両式のV及びDとして代入すれば、所定時間 $\Delta T$ 後の上昇部側及び下降部側の各ピーク周波数を数式1及び数式2の両式からなる連立方程式から算出できる。つまり、所定時間 $\Delta T$ 前に仮定したピーク周波数の組み合わせにより所定時間 $\Delta T$ 後のピーク周波数の組み合わせを予測できる。

【0076】そして、このように予測された組み合わせピーク周波数を仮の組み合わせピーク周波数として設定する。このように、通常ペアマッチが行われた後はステップ215に移行する。

【0077】なお、ステップ150で自車速度が割り込み優先ペアマッチを開始させる速度 $V_{th}$ 以下と判断された時、ステップ180でピーク周波数が割り込み周波数領域 $F_i$ に存在しないと判断された時、ステップ190で上昇部側及び下降部側のピーク値のレベル差が所定

値 (P d i f f) より大きいと判断された時はステップ 210 にて通常ペアマッチが行われ、ステップ 215 に移行する。

【0078】そして、ステップ 215 では、ステップ 210 で設定された仮の組み合わせピーク周波数が正しいか否かの検証を行う。具体的には、上記予測ピーク周波数が、所定時間  $\Delta T$  の経過後に実際のビート信号の周波数解析により得られる上昇部側及び下降部側の各ピーク周波数或いはその近傍に存在するか否かにより判断する。

【0079】なお、前述の 2-B の組み合わせに関しては、所定時間  $\Delta T$  前に仮定したピーク周波数が存在する場合には、その組み合わせとの検証を行う。

【0080】そして、ステップ 215 においてペアマッチの検証を行った後はステップ 140 に戻り、次の組み合わせ 2-C に関しても同様にステップ 150 からステップ 210 までの処理を行う。そして、さらに残りの組み合わせ 3-B、3-C に関しても順に同様な処理を行う。

【0081】そして、すべての組み合わせに対して距離、相対速度を求めたと判断した場合は、ステップ 230 において対象物情報を出力する。

【0082】但し、本実施例において割り込み優先ペアマッチを行わせる時は、該割り込み優先ペアマッチで特定された対象物情報を出力するため、割り込み周波数領域以外において特定されるピーク周波数に関しては対象物情報を出力しない。

【0083】即ち、優先ペアマッチを行った後にステップ 210 において通常ペアマッチを行うときは、そのときに設定された仮対象物を、以前のマイクロコンピュータ 26 の RAM 26C に記憶されている情報と比較し、ペアマッチの検証を行い、その結果は対象物情報として出力せずに、マイクロコンピュータ 26 の RAM 26c に記憶しておく。

【0084】一方、割り込み優先ペアマッチを行わない時は、通常のペアマッチで特定される対象物を出力する。

【0085】なお、対象物情報を出力する際には、必要に応じて警告信号を出力することも可能である。

【0086】以上より、本実施例の FMCW レーダ装置によれば、通常の走行状態では車両が存在しない割り込み周波数領域  $F_i$  を設定し、その領域にピーク周波数が存在する場合に他のピーク周波数に優先させて組み合わせピーク周波数の特定を行う。

【0087】従って、従来のような、新規にピーク周波数が現れた場合に、それを対象物として特定し出力するまでには、所定時間（例えば、300ms）を要していたが、本実施例においては、割り込み周波数領域  $F_i$  に現れたピーク周波数に関しては、組み合わせの検証をすることなく 1 サイクル（100ms）で対象物を出力で

きるため、対象物の早期認識が可能となる。

【0088】また、割り込み周波数領域  $F_i$  を設定することにより、原則として上昇部側と下降部側にピーク周波数が一つしか現れないため、組み合わせが一意的に決定され、組み合わせの合否を心配せずに対象物情報を出力することができる。

【0089】さらに、割り込み周波数領域  $F_i$  を自車両の速度に応じて設定する。

【0090】この結果、低速時には割り込み周波数領域  $F_i$  を狭く設定することにより誤作動を防止することができ、高速時には割り込み周波数領域  $F_i$  を広く設定することにより対象物の検知エリアを広げ、対象物を早期に認識することができる。

【0091】また、割り込み周波数領域  $F_i$  を自車両の速度が  $V_{th}$  より大きい場合に設定する。

【0092】従って、自車速が小さくなった場合に、割り込み周波数領域  $F_i$  に割り込み車両等以外の対象物に関するピークが現れるのを防止できることから、組み合わせが一意的に決定され、組み合わせの合否を心配せずに対象物情報を出力することができる。

【0093】さらに、上昇部側の割り込み周波数領域  $F_i$  に存在するピーク周波数のピーク値と、下降部側の割り込み周波数領域  $F_i$  に存在するピーク周波数のピーク値との差が所定値  $P_{diff}$  以内である場合に、それらを組み合わせピーク周波数として特定する。

【0094】従って、ピーク周波数のピーク値の差が大きい場合は対象物としては異なるものであるため、組み合わせピーク周波数として特定しないようにし、対象物の誤認識を防止することができる。

【0095】また、割り込み優先ペアマッチを行った場合は、作成されたリスト中の優先ペアマッチを行ったピーク周波数に関する組み合わせを削除するため、すべてのピーク周波数に対して組み合わせピーク周波数を特定するまでの時間を短縮できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例の FMCW レーダ装置及び記録媒体の全体構成図を表すブロック図である。

【図2】送信信号の周波数変化を表すグラフである。

【図3】RAM に格納されるデータを表す説明図である。

【図4】FMCW レーダの原理を表す説明図である。

【図5】本発明の第一実施例における処理手順の全体フローチャートである。

【図6】本発明の第一実施例における処理手順の全体フローチャートである。

【図7】割り込み周波数領域周波数  $F_i$  を表す概念図である。

【図8】作成されたリストを表す図表である。

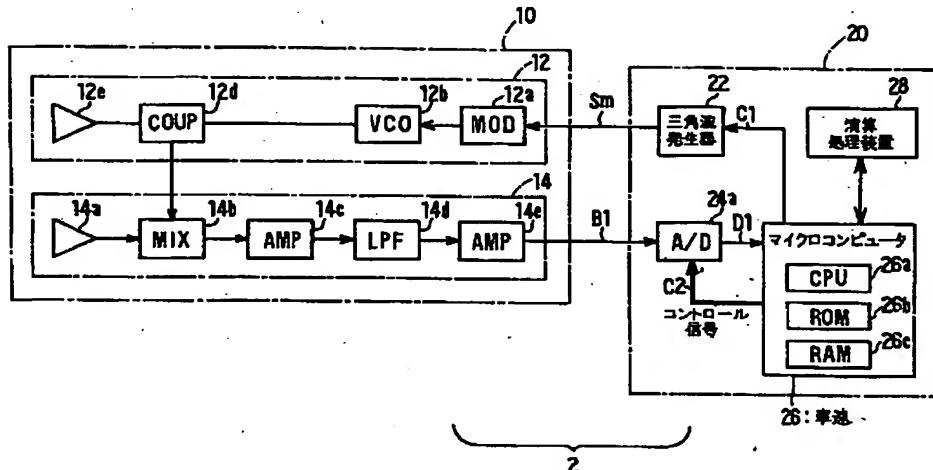
【図9】割り込み車間距離  $D_i$  の設定を表すグラフである。

【符号の説明】

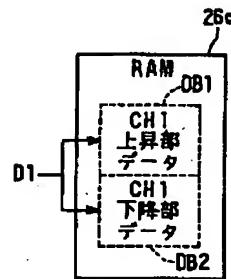
2…レーダ装置 10…送受信部 12…送信器 12  
 a…変調器 12 b…電圧制御発振器 12 d…電力分  
 配器 12 e…送信アンテナ 14, 16…受信器 1  
 4 a…受信アンテナ 14 b…ミキサ 14 c…前置增

幅器 14 d…ローパスフィルタ 14 e…後置増幅器  
 20…信号処理部 22…三角波発生器 24 a…A  
 /D変換器 26…マイクロコンピュータ 26 a…C  
 PU 26 b…ROM 26 c…RAM 28…演算処  
 理装置

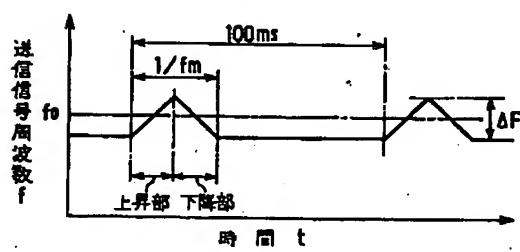
【図1】



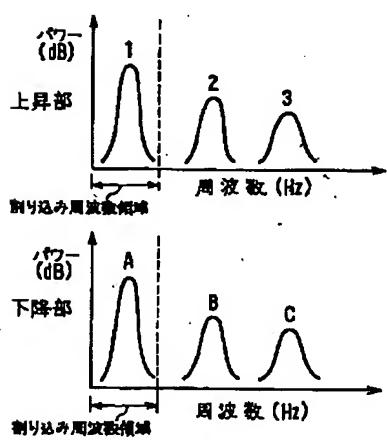
【図3】



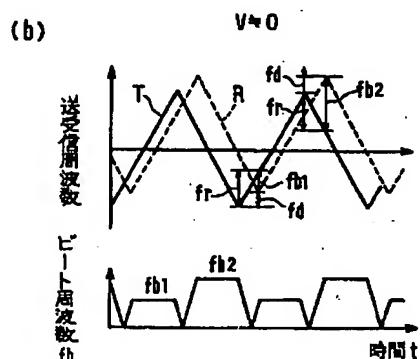
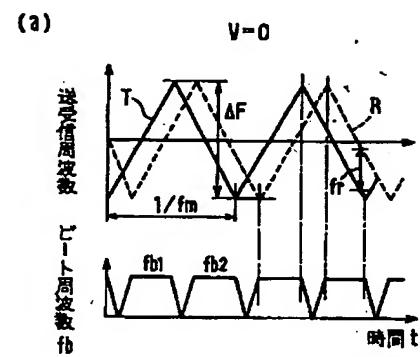
【図2】



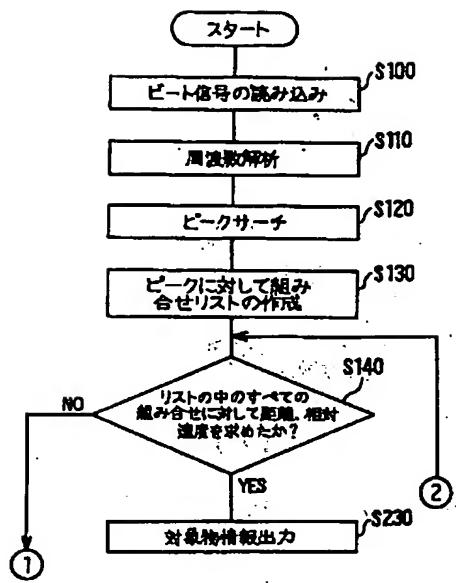
【図7】



【図4】



【図5】

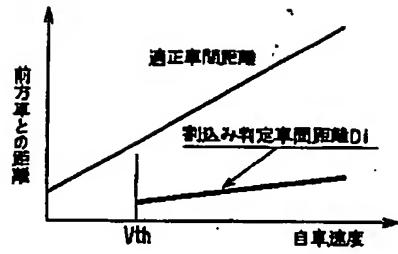


【図8】

上昇部側ピーク			
	1	2	3
A	1-A	2-A	3-A
B	1-B	2-B	3-B
C	1-C	2-C	3-C

下降部側ピーク

【図9】



【図6】

